



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 36 45 150 C 2

⑤ Int. Cl. 5:
H 04 H 5/00
H 04 B 1/10
H 04 B 1/74

⑳ Aktenzeichen: P 36 45 150.9-35
㉑ Anmeldetag: 14. 11. 88
㉒ Offenlegungstag: 28. 5. 88
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 9. 1. 92

DE 36 45 150 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Institut für Rundfunktechnik GmbH, 8000 München,
DE

⑦④ Vertreter:

Konle, T., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

⑦② Teil aus: P 36 38 922.6

⑦⑦ Erfinder:

Pfenge, Georg, Dr.phil., 8191 Thanning, DE;
Schneeberger, Günter, Dipl.-Ing., 8000 München,
DE; Stoll, Gerhard, Dipl.-Ing., 8051 Zolling, DE;
Theile, Günther, Dipl.-Ing. Dr., 8191 Thanning, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

Grundsaltungen der Elektronik: Die aktive Stör-
austastung. In: Funkschau, 1984, H.25, S.57-58;
HESSENMÖLLER, H.: Digitale
Tonsignakübertragung. In: Der Fernmelde-Ingenieur,
32. Jahrgang, Nov. 1978, H.11, Abschnitt 5, S.23-28;
BILLIA u. DECINA: Digital coding and transmission
of high quality sound programmes. In: Alta
Frequenza, Vol. XLII, 1974, No.1, S.29-39;
HOCHRATH, PEXA u. THOMA:
Tonprogrammübertragung mit dem
PCM-Tonkanalsystem MStD. In: telcom report 2,
1979, Beiheft »Digital-Übertragungs- technik«,
S.52-58;

⑤④ Verfahren zum Übertragen digitalisierter stereofoner Tonsignale

DE 36 45 150 C 2

DE 36 45 150 C2

1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein derartiges Verfahren ist aus "Rundfunktechnische Mitteilungen", Jg. 28, 1984, Heft 1, Seiten 23 bis 27 bekannt.

Bei digitalen stereofonen Tonsignalübertragungen können die beiden empfangenen Tonsignale bei starken Störungen der Rundfunkübertragungskante nach Ausschöpfen aller Möglichkeiten der Fehlererkennung, Fehlerkorrektur und ggf. Fehlerverschleierung nicht mehr decodierbar sein. Die Folge ist ein sehr rascher Übergang von noch möglichem Empfang zur Stummschaltung des Empfängers. Dieses Verhalten ist häufig unerwünscht, zum Beispiel beim Empfang digital codierter Tonsignale in einem Funkfeld, dessen Eigenschaften sich häufig stark und meist kurzfristig ändern, wie z. B. in einem fahrenden Kraftfahrzeug.

Aus der DE-PS 23 33 524 ist es bei einem Verfahren zum Übertragen analoger, stereofoner Tonsignale einschließlich eines Zusatzsignals bekannt, in dem einen stereofonen Tonsignale eine Frequenzlücke zu schaffen, in die das Zusatzsignal eingefügt wird. Diese Frequenzlücke wird wiedergabeseitig mit einem Ersatzsignal gefüllt, das aus dem im anderen stereofonen Tonsignal im entsprechenden Frequenzbereich liegenden Signalanteil gewonnen wird. Für eine Fehlerkorrektur ist dieses bekannte Verfahren nicht ohne weiteres geeignet, da eine Übertragungsstörung häufig beide stereofonen Tonsignale in demselben Frequenzbereich betrifft, so daß kein ungestörtes Ersatzsignal aus dem jeweils anderen Kanal gewonnen werden kann.

Bei Auftreten solcher Störungen, die weder korrigiert noch verschleiert werden können, wird in dem Stammpatent DE 36 38 922 C2 bereits vorgeschlagen, den gestörten Signalabschnitt durch einen zeitgleichen, ungestörten Signalabschnitt aus dem voreilenden bzw. verzögerten anderen Kanal des stereofonen Gesamtsignals zu ersetzen. Diese Vorgehensweise ist jedoch unzureichend, wenn entweder eine sehr starke Erhöhung des Pegels des einzufügenden Signals notwendig wäre oder die Korrelation beider Signale nahe dem Wert Null liegt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht demgegenüber darin, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art dahingehend zu verbessern, daß auch dann, wenn die Tonsignalübertragung stark in ihrer Qualität eingeschränkt wird und eine Einfügung aus dem benachbarten Kanal unzureichend ist, die übertragenen Tonsignale als solche noch erkennbar bleiben, insbesondere soweit, daß bei Sprachübertragung der Text noch verständlich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung findet Anwendung bei einer digitalen stereofonen Tonsignalübertragung mit mindestens zwei voneinander getrennt codierten Tonsignalen. Dies trifft z. Zt. zu für alle bekannten stereofonen Systeme, wie Intensitäts- und Laufzeitstereofonie, kopfbezogene Stereofonie, nicht matrizierte Quadrofonie, Eidofonie und andere.

Die Erfindung macht sich bestimmte Eigenschaften des Gehörsinns nutzbar. Sowohl Richtungs- und Entfernungswahrnehmungen einer oder mehrerer Schallquellen wie auch die Wahrnehmung von Raumeindrücken, also pauschaler Größe eines Schallfeldes, wie z. B.

2

Nachhall, Diffusität etc., unterliegen einer Trägheit. Diese Wahrnehmungen kommen erst nach einer (unterschiedlichen) Mindestzeit des Zuhörens zustande, was umgekehrt bedeutet, daß diese Wahrnehmungen auch nicht beliebig schnell wechseln können.

Daraus folgt, daß kurzzeitige Änderungen der Darstellung von Richtungen und Entfernungen von Schallquellen sowie eines Raumeindrucks in stereofon wiedergegebenen Signalen dann unhörbar bleiben, wenn sie diese Mindestzeiten unterschreiten und auch nicht zu häufig auftreten. Lassen sich diese beiden Bedingungen nicht einhalten, läßt sich bei richtiger Anwendung der beschriebenen Maßnahmen immerhin noch eine monofone Wiedergabe erzielen.

Diese Maßnahmen führen

- in einem ersten Stadium zu keinen wahrnehmbaren Änderungen bei der stereofonen Wiedergabe
- in einem zweiten Stadium zu einem mehr oder weniger ausgeprägten Zwischenzustand zwischen stereofoner und monofoner Wiedergabe
- in einem dritten Stadium zu einer nahezu monofonen Wiedergabe.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im folgenden an Hand der Zeichnung näher erläutert. Die Figur zeigt ein Blockschaltbild einer empfangsseitigen Verarbeitungsschaltung, bei der das erfindungsgemäße Verfahren gemeinsam mit weiteren, in dem Stammpatent geschützten Maßnahmen zum Aufrechterhalten der Wiedergabe bei kurzzeitigen Übertragungsstörungen realisiert ist.

Eigenheiten des dargestellten Beispiels sind:

- Das stereofone Signal besteht aus zwei Tonsignalen (links (l) und rechts (r))
- bei der Aussendung des 2-kanaligen stereofonen Signals ist ein Kanal (r) gegen den anderen verzögert worden
- die digitale Information liegt in zwei getrennten Bitströmen vor (a_1 und a_2)
- die digitale Information liegt in einer bitsparenden Codierung vor.

Werden einzelne Parameter anders gewählt - z. B. mehr als zwei Tonsignale oder nur ein serieller Datenstrom - so ändern sich bestimmte Verarbeitungsschritte entsprechend.

Das digitale, stereofone Tonsignal mit dem voreilenden Linksanteil a_1 und dem nacheilenden Rechtsanteil a_2 wird zunächst dadurch synchronisiert, daß der Linksanteil a_1 in einer Verzögerungsstufe 1 um den Betrag t_1 verzögert wird, so daß die senderseitig eingeführte Zeitdifferenz zwischen den beiden Anteilen a_1 und a_2 ausgeglichen ist. Diese Zeitdifferenz zwischen den stereofonen Signalanteilen hat den Vorteil, daß Störungen auf der Übertragungsstrecke, die zu einem gleichzeitigen völligen Ausfall beider Signale führen, dann erheblich gemildert oder ganz ausgeglichen werden können, wenn die Ausfallzeit $<$ der Vergrößerungszeit t_1 ist. Solche Störungen treten bei mobilem Empfang häufig auf, z. B. beim Durchfahren von Brücken oder Gebieten mit erheblicher Minderung der nutzbaren Feldstärke des RF-Signals auf Grund von Mehrwegeausbreitungen.

Diese Maßnahme ist sehr nützlich, setzt aber das Einfügen einer Zeitdifferenz auf der Sendeseite voraus. Die

DE 36 45 150 C2

3

im folgenden beschriebenen weiteren Maßnahmen beziehen sich dagegen nur auf den Empfänger; sie sind im übrigen nicht an eine sendeseitig eingefügte Zeitdifferenz gekoppelt und können demgemäß auch ohne diese durchgeführt werden.

In einer darauffolgenden Detektionsstufe 2 zur Verarbeitung der beiden Signale a_1 und a_2 wird für jeden Anteil getrennt eine Fehlererkennung, Fehlerkorrektur und ggfs. Fehlerverschleierung nach Maßgabe des hierfür verwendeten Codes vorgenommen. Ferner wird in der Detektionsstufe 2 eine Information über den Pegelzeitverlauf der Tonsignale extrahiert, z. B. der mitübertragene Skalenfaktor. In einem weiteren Funktionsabschnitt der Detektionsstufe 2 werden die Informationen über den Pegelzeitverlauf und das Ausmaß der Fehlerbehandlung, insbesondere das Auftreten von Überlastungen des Fehlerschutzcodes, zusammengefaßt und an eine Auswertungs-, Entscheidungs- und Steuerstufe 6 weitergeleitet.

Die fehlerbehandelten digitalen Signalanteile b_1 und b_2 , die in bitsparender Codierung vorliegen, werden in einer Normwandlungsstufe 3 linear umcodiert, so daß nunmehr stereofone Signalanteile c_1 und c_2 in einer einfachen Form (z. B. 16 bit/linear) vorliegen, die leicht in den zugeordneten Verarbeitungsstufen 8 bzw. 8 und 7 im Sinne von Verzögern, Umblenden, Pegelanpassen und dgl. verarbeitet werden können. Diese Signalanteile c_1 und c_2 werden jeweils einer weiteren Verzögerungsstufe 5 zugeführt, deren Verzögerungszeit t_2 entsprechend der erforderlichen Dauer der Verarbeitung der Signalanteile c_1 und c_2 in der Auswertungs- und Steuerstufe 6 bemessen ist. Damit wird erreicht, daß vor Eintreffen der Signalanteile c_1 und c_2 in der jeweiligen Verarbeitungsstufe 8 die Auswertungs-, Entscheidungs- und Steuerstufe 6 in der Lage ist, über einen hinreichend langen Zeitraum die Informationen über die digitalen stereofonen Signalanteile auszuwerten und hieraus entsprechende Steuerbefehle für die Verarbeitungsstufen 8 abzuleiten. Diese Verarbeitungsdauer setzt sich aus der Zeit für das Aus- und Einblenden und die Zeit der Übernahme des digitalen Signalanteils aus dem jeweils anderen Kanal bzw. dem eigenen verzögerten Kanal zusammen. Bei lang andauernden Störungen können diese Zeiten auch mehrmals anfallen, wobei die Gesamtzeit bis zu 200 ms betragen kann.

Nach Durchlaufen der zugeordneten Verzögerungsstufe 5 gelangen die Signalanteile d_1 und d_2 auf folgenden Wegen zu den zugeordneten Verarbeitungsstufen 8₁ und 8₂:

1. d_1 auf direktem Wege an Eingang 802 der Stufe 8₁;
2. d_1 über eine Verzögerungsstufe 7 der Verzögerungszeit t_3 als Signal e_1 an Eingang 801 an Stufe 8₁;
3. d_1 auf direktem Wege an Eingang 804 der Stufe 8₁;
4. d_2 auf direktem Wege an Eingang 805 oder Stufe 8₂;
5. d_2 über eine Verzögerungsstufe 7 mit der Verzögerungszeit t_3 an Eingang 806 der Stufe 8₂;
6. d_2 auf direktem Wege an Eingang 803 der Stufe 8₂.

In der Verarbeitungsstufe 8₁ werden die folgenden digitalen Tonsignalbearbeitungen nach Maßgabe der Steuerbefehle von der Auswertungs-, Entscheidungs- und Steuerstufe 6 ausgeführt:

4

Entweder: Die Signale an den Eingängen 802 bleiben unbeeinflusst und werden direkt den zugeordneten D/A-Wandlern zugeführt.

Oder: Der Signalanteil an Eingang 802 der Stufe 8₁ wird ausgeblendet und statt dessen wird entweder der Signalanteil d_1 vom Eingang 803 oder der Signalanteil e_1 von Eingang 801 eingeblendet, oder es wird nichts eingeblendet (Stummschaltung).

Entsprechendes gilt für die Funktion der Verarbeitungsstufe 8₂.

Zusätzlich werden die Pegel der eingeblendeten Signalanteile nach Maßgabe entsprechender Steuerbefehle der Stufe 6 angehoben, beibehalten oder abgesenkt.

Ferner wird nach Beendigung einer detektierten Störung — ebenfalls nach Maßgabe entsprechender Steuerbefehle der Stufe 6 — der eingeblendete (Ersatz-)Signalanteil wieder ausgeblendet und der nunmehr wieder ungestörte Signalanteil (d_1 in Stufe 8₁ bzw. d_2 in Stufe 8₂) wieder eingeblendet.

Die am Ausgang der Stufen 8 vorliegenden digitalen Tonsignalanteile f_1 und f_2 werden den zugeordneten Digital/Analogwandlern 9 zugeführt, an deren Ausgänge analoge Tonsignale l bzw. r für die Wiedergabe über Lautsprecher oder Kopfhörer vorliegen.

Die Verzögerungszeit t_3 der Stufen 7 ist variabel und richtet sich nach Vorgaben der Stufe 6. Sie ist erforderlich, wenn ein durch die Auswertungs-, Entscheidungs- und Steuerstufe 6 vorgegebener Signalzeitabschnitt wiederholt werden soll. Die Variabilität ist erforderlich, um die Dauer des Zeitabschnittes unterschiedlich festlegen zu können. Die Variabilität kann auch dadurch erreicht werden, daß jede Verzögerungsstufe 7 verschiedene feste Verzögerungen erzeugt, die der Stufe 8 zur Auswahl zur Verfügung stehen.

In der Stufe 6 werden folgenden Informationen aufgenommen, gespeichert, ausgewertet und zu Steuersignalen an die Stufen 8₁, 8₂ und ggfs. auch an die Stufen 7 verarbeitet:

1. Von Stufe 2 Informationen über die Überlastung des Fehlerschutzes, über Beginn, Dauer sowie Ende der Überlastung.
2. Von Stufe 2 laufende Informationen über die Pegelzeitverläufe der ursprünglich analogen und dann für die Übertragungszwecke digitalisierten stereofonen Signalanteile.
3. Von einem die Signalanteile c_1 und c_2 auswertenden Korrelationsmesser 4 Informationen über den Korrelationsgrad der einzelnen Signalanteile des stereofonen Gesamtsignals.

Die von der Stufe 6 abgegebenen Steuersignale bestimmen, wie schon erwähnt:

- Anfang und Ende von Ein- und Ausblendungen
- Pegelveränderungen
- Auswahl der Ersatzsignale oder Stummschaltung
- Wahl der Verzögerungszeit t_3 in Abhängigkeit von der Dauer einer detektierten Störung.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen digitalisierter, stereo-

DE 36 45 150 C2

5

6

loner Tonsignale über störbehaftete Rundfunkkanäle, bei dem empfangsseitig Übertragungsfehler detektiert und ggfs. korrigiert oder verschleiert werden, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle solcher Störungen, die weder korrigiert noch verschleiert werden können, der gestörte Signalabschnitt durch einen dem gestörten Signalabschnitt vorangegangenen Signalabschnitt in demselben Kanal ersetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Pegel des übernommenen Tonsignalabschnitts an den Pegel des gestörten Signals angeglichen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß für den Pegelangleich ein Referenzsignal des gestörten Signals, z. B. ein mitübertragener Skalenfaktor, herangezogen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einfügung an ihren Übergängen gleitend im Sinne einer Ein- und Ausblendung erfolgt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

DE 38 45 150 C2

Int. Cl. 5:

H 04 H 5/00

Veröffentlichungstag: 9. Januar 1992

